

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
14. Oktober 2004 (14.10.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/087356 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: B23B 51/04,
B23P 15/28

(DE). BAUMGÄRTNER, Heiner [DE/DE]; Uhland-
strasse 6, 72574 Bad Urach (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2004/003575

(74) Anwalt: RUFF WILHELM BEIER DAUSTER &
PARTNER; Kronenstrasse 30, 70174 Stuttgart (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:
3. April 2004 (03.04.2004)

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,
GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,
PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM,
ZW.

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
103 16 116.3 4. April 2003 (04.04.2003) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): TBT TIEFBOHRTECHNIK GMBH [DE/DE];
Siemensstrasse 1, 72581 Dettingen (DE).

(72) Erfinder; und

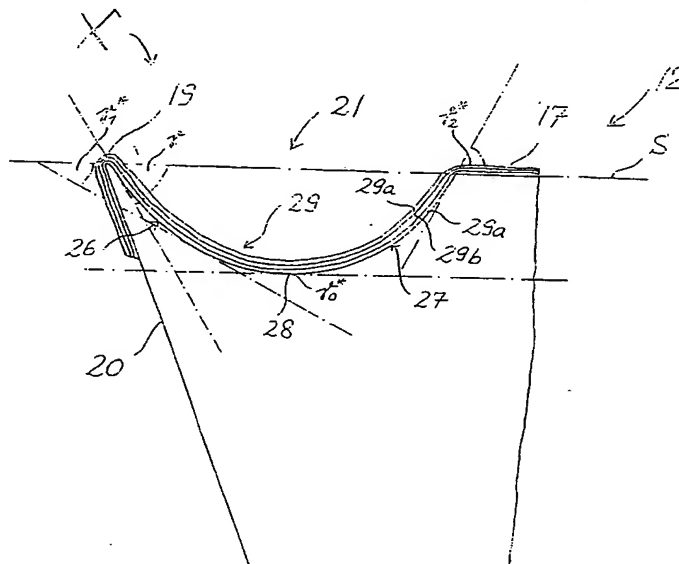
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM,

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): RANDECKER, Her-
mann [DE/DE]; Metzinger Strasse 31, 72581 Dettingen

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: SINGLE-LIP DRILL AND METHOD FOR THE PRODUCTION THEREOF

(54) Bezeichnung: EINLIPPENBOHRER UND VERFAHREN ZU DESSEN HERSTELLUNG



(57) Abstract: Disclosed is a single-lip drill comprising a drill head (11) that is provided with a blade (12) which is embodied on said drill head. The blade encompasses a cutting edge (19) for machining a workpiece (16) in a cutting manner. At least one chip-forming device (21) which shapes chips (22) cut by the cutting edge is associated with the cutting edge. The chip-forming device is provided with a positive cutting angle (gamma) such that the mechanical and thermal stress can be reduced in the area of the blade (12). In addition, the chip-forming device can comprise a functional coating (29a, 29b) which is made especially of hard material and is applied after providing the drill with the exterior shape thereof.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

Express Mail Label
EV336982048US

Best Available Copy

WO 2004/087356 A1



ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Bei einem Einlippenbohrer mit einem Bohrkopf (11), der eine an dem Bohrkopf ausgebildete Schneide (12) aufweist, wobei die Schneide eine Schneidkante (19) zur spanabhebenden Bearbeitung eines Werkstücks (16) besitzt und der Schneidkante wenigstens ein Spanformer (21) zur Spanformung durch die Schneidkante abgespannter Späne (22) zugeordnet ist besitzt der Spanformer einen positiven Spanwinkel (γ). Dadurch lässt sich die mechanische und thermische Belastung im Bereich der Schneide (12) verringern. Ferner kann der Spanformer eine Funktionsbeschichtung (29a, 29b), insbesondere aus Hartstoff aufweisen, die nach der äußeren Formgebung des Bohrers aufgebracht wird.

BeschreibungEinlippenbohrer und Verfahren zu dessen Herstellung

5

Anwendungsgebiet und Stand der Technik

Die Erfindung betrifft einen Einlippenbohrer und ein Verfahren zu dessen Herstellung. Der Einlippenbohrer besitzt einen Bohrkopf, der eine an dem Bohrkopf ausgebildete Schneide aufweist. Die Schneide besitzt ei-
10 ne Schneidkante zur spanabhebenden Bearbeitung eines Werkstücks. Der Schneidkante ist wenigstens ein Spanformer zur Spanformung durch die Schneidkante abgespannter Späne zugeordnet.

Einlippenbohrer sind gängige Bohrer, die beim Tiefbohren eingesetzt
15 werden. Das Tiefbohren ist ein spanabhebendes Verfahren zur Herstellung oder Bearbeitung von Bohrungen. Tiefbohrungen sind üblicherweise Bohrungen mit einem Durchmesser zwischen ca. 1mm bis 1500mm und einer Bohrtiefe ab ca. dem dreifachem Durchmessermaß. Das Einlippentiefbohren bzw. ELB-Tiefbohren ist eine spezielle Verfahrensvari-
20 ante des Tiefbohrens, bei dem ein Einlippen- bzw. ELB-Tiefbohrwerkzeug eingesetzt wird. Einlippenbohrer lassen sich unterteilen in solche mit am Werkzeug angeschliffener Schneide und in solche mit auswechselbarer Schneide, beispielsweise in Form einer Schneidplatte bzw. Wendeschneidplatte. Das Einlippentiefbohren wird vorzugs-
25 weise im Durchmesserbereich von ca. 0,8mm bis 40mm durchgeführt. Die Zufuhr von Kühlschmierstoff erfolgt durch eine oder mehrere Bohrungen im Innern des Bohrers. Kühlschmierstoff ist ein Stoff, der beim Trennen und beim Umformen von Werkstoffen zum Kühlen und Schmieren eingesetzt wird. Die Ableitung des Kühlschmierstoff-
30 Spänegemisches beim Einlippenbohrer geschieht durch eine Längsnut bzw. Sicke am äußeren Werkzeugschaft. Der Einsatz von großen Mengen Kühlschmierstoff ist ökologisch bedenklich, da das Kühlschmier-

stoff-Spänegemisch eine Altlast darstellt, die entsorgt oder wieder aufbereitet werden muss. Man setzt deshalb zunehmend Minimalmengenschmierungen ein, bei der die eingesetzte Schmierstoffmenge auf das unbedingt notwendige Maß reduziert wird. Ein Problem dabei ist es, trotz
5 sehr geringer Kühlschmierstoffmenge für eine ausreichende Späneabfuhr zu sorgen, um damit eine gute Qualität des Tiefbohrprozesses sicherzustellen.

Aufgabe und Lösung

10

Aufgabe der Erfindung ist es, einen Einlippenbohrer der eingangs genannten Art zu schaffen, der insbesondere auch bei Minimalmengenschmierung produktions sicher arbeitet und insbesondere eine hohe Verschleißfestigkeit aufweist.

15

Diese Aufgabe wird durch einen Einlippenbohrer mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und durch ein Verfahren zu dessen Herstellung mit den Merkmalen des Anspruchs 15 gelöst. Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen dargestellt. Der Wortlaut sämtlicher An
20 sprüche wird durch Bezugnahme zum Inhalt der Beschreibung gemacht.

Der erfindungsgemäße Einlippenbohrer zeichnet sich dadurch aus, dass er einen Spanformer mit positivem Spanwinkel besitzt.

25 Unter Einlippenbohrern im Sinne der Anmeldung werden solche verstanden, die einen Bohrkopf mit einer daran ausgebildeten Schneide aufweisen. Insbesondere ist die Schneide einstückig mit dem Bohrkopf verbunden, beispielsweise in den Bohrkopf eingeschliffen.

30 Als Schneide bzw. Schneidkeil im Sinne der Anmeldung wird der an der Spanerzeugung beteiligte Bereich des Einlippenbohrers verstanden. Der Schneidkeil wird von der Spanfläche, die unmittelbar mit dem abgespan-

ten Span in Berührung kommen kann, und der Freifläche begrenzt. Die Spanfläche ist die Fläche am Schneidkeil, auf der der Span aufläuft. Die Fläche am Schneidkeil, die der entstehenden Werkstückoberfläche bzw. Bearbeitungsfläche gegenüber liegt, nennt man Freifläche. Die Linie, an der die Spanfläche und die Freifläche einander berühren, wird als Schneidkante bezeichnet. Als Spanwinkel wird der Winkel zwischen einer zur Bearbeitungsfläche des zu bearbeitenden Werkstücks senkrecht stehenden, gedachten Linie und der Spanfläche an der Schneidkante bezeichnet. Es können mehrere Schneidkanten vorhanden sein, beispielsweise eine Außenschneide und eine Innenschneide. Der Keilwinkel ist der Winkel zwischen der Spanfläche und der Freifläche und der Freiwinkel ist der Winkel zwischen der Bearbeitungsfläche und der Freifläche. Spanformer bzw. Spanbrecher dienen zum Spanformen bzw. Brechen der Späne und werden in den Fällen vorgesehen, bei denen der Spanbruch nicht sicher gestellt ist. Dies kann beispielsweise dann vorkommen, wenn das Verformungsvermögen des Werkstücks sehr hoch ist und ein sogenannter „Fließspan“ entsteht, der ohne Bruchhilfe erst sehr spät bricht. Jeder Schneidkante kann wenigstens ein Spanformer zugeordnet sein, beispielsweise kann der Außenschneide ein Spanformer und der Innenschneide ein weiterer Spanformer zugeordnet sein.

Der positive Spanwinkel am Spanformer des erfindungsgemäßen Einlippenbohrers bewirkt, dass der abgespannte Span nun nicht mehr, wie beispielsweise bei herkömmlichen Einlippenbohrern mit 0° Spanwinkel der Fall, rechtwinklig auf die Spanfläche aufläuft, sondern schräg, da die Spanfläche gegenüber der zur Bearbeitungsfläche senkrecht gedachten Linie geneigt ist. Der Span wird also beim Auftreffen auf die Spanfläche weniger stark gestaucht, was dazu führt, dass die durch den auftreffenden Span erzeugte Flächenbelastung der Spanfläche, die beispielsweise zu einer Wärmeentwicklung infolge der Reibung zwischen Span und Werkstück führen kann, relativ gering ist. Es wird sozusagen ein „weicher“ Schnitt erzeugt. Dies führt dazu, dass erfindungsgemäße Einlip-

penbohrer produktions sicher bei Minimalmengenschmierungen beispielsweise mit Druckluft oder beim Einsatz von Kühlschmierstoffen mit geringen Viskositäten verwendet werden können.

- 5 Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Einlippenbohrers ist, dass eine gezielte Spanformung des abgespannten Spans möglich ist, die an Minimalmengenschmierungsbedingungen anpaßbar ist. Für den sicheren Späneabtransport durch Kühlschmierstoff ist es zunächst einmal notwendig, dass Späne eine bestimmte Größe nicht überschreiten, da
10 sie ansonsten durch den begrenzten Raum in der Sicke nicht sicher mitgenommen werden. Dies kann dazu führen, dass sich Späne im Bereich der Schneide ansammeln und den Bohrprozess beeinträchtigen können. Bei herkömmlichen Einlippenbohrer mit Spanwinkel 0° tritt das Problem eines langbrechenden Spans normalerweise nicht auf, da infolge der
15 starken Spanstauchung auf der Spanfläche meist ein kurzbrechender Span entsteht. Jedoch werden extrem kurze Späne wiederum nicht sicher abtransportiert, wenn Kühlschmierstoffe mit geringen Viskositäten eingesetzt werden, da sie zu geringen Widerstand bieten. Durch den Spanbrecher mit positivem Spanwinkel entstehen Späne, die einerseits
20 klein genug sind, um sicher „bewegt“ zu werden und andererseits groß genug sind, um Kühlschmierstoffen mit geringen Viskositäten genügend Angriffsfläche zum Abtransport zu bieten.

Der Spanwinkel des Spanformers liegt vorzugsweise im Bereich von 10°
25 bis 30° , insbesondere im Bereich von 15° bis 25° .

Der Spanformer kann Bereiche mit unterschiedlich großem positiven Tangentenwinkel aufweisen, so dass der Span, der auf dem Spanformer entlang gleitet, in unterschiedlichen Bereichen unterschiedlich stark gestaucht bzw. verformt wird. Als Tangenten- bzw. Spanflächenwinkel wird
30 der Winkel zwischen einer zur Bearbeitungsfläche des zu bearbeitenden Werkstücks senkrecht stehenden, gedachten Linie und einer Tangente

- an die Spanfläche, ausgenommen der Bereich direkt an der Schneidkante, bezeichnet. Der Winkel direkt an der Schneidkante wird als Spanwinkel bezeichnet. Vorzugsweise ist der Spanwinkel an der Schneidkante positiv, so dass der Span dort relativ wenig gestaucht wird, womit die Flächenbelastung, die durch den auftreffenden Span an der Schneidkante verursacht wird, relativ gering ist. Vorzugsweise gelangt der Span beim „Durchwandern“ des Spanformers anschließend in Bereiche, bei denen der Tangentenwinkel gegenüber dem „Schneidkanten“-Bereich geringer ist, so dass er dort stärker gestaucht wird. Der Span kann Bereiche mit annähernd 0° -Tangentenwinkel oder sogar negativem Tangentenwinkel mit starker Spanstauchung durchlaufen. Irgendwann wird die Spanstauchung bzw. die Belastung auf den Span so groß, dass er bricht.
- 15 Bei einer Weiterbildung der Erfindung besitzt der Spanformer eine Spanleitfläche zur Spanleitung der Späne und einen Spanbruchabschnitt zur Brechung der Späne. Bevorzugt ist die Spanleitfläche der Bereich, der im wesentlichen unmittelbar an die Schneidkante angrenzt und auf die der Span nach Spanabhebung zunächst auftrifft. Vorzugsweise besitzt die Spanleitfläche einen relativ großen positiven Spanwinkel und Bereiche mit einheitlichem zum Spanwinkel nahezu identischen Tangentenwinkel oder Bereiche mit unterschiedlich großen positiven Tangentenwinkeln. Der Spanbruchabschnitt schließt vorzugsweise direkt an die Spanleitfläche an. Dort können im Vergleich zur Spanleitfläche kleinere positive Tangentenwinkel, 0° Tangentenwinkel oder sogar negative Tangentenwinkel vorgesehen sein, die eine Brechung des Spans verursachen können.
- 30 Besonders bevorzugt ist es, wenn der Spanbruchabschnitt in einem Abstand von der Schneidkante angeordnet ist, der zur Einstellung einer gewünschten Spangröße geeignet ist. Damit ist eine gezielte Spangrößeneinstellung des abgespannten Spans möglich. Durch Variieren des

Abstandes des Spanbruchabschnitts von der Schneidkante können Späne unterschiedlicher Größe und Form erzeugt werden, die optimal an die jeweiligen Kühlschmierstoffbedingungen, insbesondere an Minimalmengenschmierungsbedingungen, angepasst sind, d.h. sicher ab-
5 transportiert werden können.

Wann der Span im Spanbruchabschnitt bricht, hängt von verschiedenen Einflussfaktoren ab, die beim Festlegen des Abstandes mit berücksichtigt werden sollten. Solche Einflussfaktoren sind beispielsweise Werk-
10 stückstoffeigenschaften des zu bearbeitenden Werkstücks, insbesondere dessen Verformbarkeit, Bearbeitungsgeschwindigkeit des Bohrprozesses o.dgl.

Der Abstand kann beispielsweise im Bereich von 0,2mm bis 1,5mm, insbesondere im Bereich von 0,3mm bis 0,6mm liegen.
15

Bevorzugt ist der Spanformer bzw. Spanbrecher in Form einer an die Schneidkante angrenzende Nut bzw. Rinne ausgebildet. Der nutartige Spanformer kann in zwei Bereiche eingeteilt werden. Ein erster, insbesondere bogenförmig gekrümmter Bereich kann sich von der Schneid-
20 kante bis zu einem Nutgrund erstrecken. Dieser Bereich kann als Spanleitfläche bezeichnet werden. Vorzugsweise nimmt der positive Tangentenwinkel, der durch Anlegen einer Tangente an die Krümmung ermittelt werden kann, in diesem zum Nutgrund hin insbesondere stetig ab, bis
25 schließlich am Nutgrund annähernd ein 0°-Tangentenwinkel erreicht wird. Ein zweiter, insbesondere bogenförmig gekrümmter Bereich kann sich vom Nutgrund bis zu einer Begrenzungsfläche der zum Abtransport des Kühlschmierstoff-Späne-Gemischs ausgebildeten Sicke erstrecken. Dieser Bereich kann als Spanbruchabschnitt bezeichnet werden, wobei
30 ausgehend von einem im wesentlichen 0°-Tangentenwinkel am Nutgrund dieser zur Begrenzungsfläche hin immer negativer werden kann.

Alternativ ist es möglich die Spanleitfläche des Spanformers nicht gekrümmt auszubilden, sondern als Schrägfläche mit einheitlich positivem Span- bzw. Tangentenwinkel. An diese schräge Spanleitfläche kann dann ein gekrümmter bzw. mit Radius versehener Spanbruchabschnitt
5 anschließen.

Bei einer Weiterbildung der Erfindung ist an mindestens einer Funktionsfläche des Einlippenbohrers eine Funktionsbeschichtung vorgesehen. Als Funktionsflächen im Sinne der Anmeldungen werden insbesondere
10 solche Flächen bezeichnet, die eine bestimmte Aufgabe beim Tiefbohrprozess erfüllen, beispielsweise das Abspannen von Spänen, das Abstützen des Bohrers in der Bohrung, der Abtransport von Spänen usw.. Besonders bevorzugt handelt es sich bei der Funktionsfläche um den zur Spanformung der Späne dienenden Spanformer. Zumindest der Span-
15 former, insbesondere dessen Spanleitfläche und Spanbruchabschnitt kann also mit der Funktionsbeschichtung versehen sein.

Es ist möglich, dass die Funktionsbeschichtung an mehreren oder an allen am Schnittprozess beteiligten Funktionsflächen vorgesehen ist. Die
20 Funktionsbeschichtung kann an allen direkt mit dem Werkstück in Berührung kommenden Funktionsflächen vorgesehen sein. Dies sind beispielsweise die Führungsleisten und die Rundschliffase, die zur Abstützung des Einlippenbohrers in der Bohrung dienen. Zu diesen Funktionsflächen gehört auch der Bereich der Schneidkante, der sowohl direkt mit
25 dem Werkstück als auch mit dem abgespannten Span in Berührung kommt. Zusätzlich können auch die Freifläche und die Begrenzungsflächen der späneabführenden Sicke mit der Funktionsbeschichtung versehen sein.

30 Eine Aufgabe der Funktionsbeschichtung ist es, die Verschleißfestigkeit des Bohrers insbesondere bei hohen Schnittgeschwindigkeiten zu erhöhen. Durch die Funktionsbeschichtung wird der Abrieb des Einlippen-

bohrers bei Kontakt mit dem zu bearbeitenden Werkstück, insbesondere im Bereich der Schneidkante vermindert. Ferner wird eine Auskolkung verhindert, die dann stattfinden kann, wenn Späne auf dem Spanformer gleiten und dabei Material aus dem Gefüge des Spanformers heraus-
5 brechen. Ein weiterer Vorteil der Funktionsbeschichtung ist, dass die Haftung zwischen dem Einlippenbohrer und dem zu bearbeitenden Werkstück vermindert wird. Dadurch wird verhindert, dass insbesondere bei hohen Pressungen zwischen Einlippenbohrer und Werkstück ein als „Aufbauschneide“ bezeichnetes Verschweißen von Werkstückstoff und
10 Schneide entsteht.

Die Funktionsbeschichtung kann mindestens teilweise aus Hartstoff, insbesondere aus metallischem Hartstoff bestehen. Als metallischer Hartstoff wird vorzugsweise ein Nitrid oder ein Karbid verwendet. Es
15 kann jedoch auch ein Borid oder Silicid eingesetzt werden. Besonders bevorzugt ist es, ein Leichtmetallnitrid, insbesondere Titanaluminiumnitrid, zu verwenden.

Alternativ ist es möglich, nichtmetallische Hartstoffe einzusetzen, beispielsweise Diamant, Borkarbid oder Bornitrid.
20

Die Funktionsbeschichtung kann mehrere, insbesondere übereinanderliegende, Schichten aufweisen. Es kann mindestens eine Hartstoffschicht und mindestens eine an die Hartstoffschicht angrenzende
25 Weichstoffschicht vorgesehen sein, wobei die Hartstoffschicht eine äußere Schicht bzw. eine Oberfläche bildet.

Die Erfindung umfasst ferner ein Verfahren zur Herstellung eines Einlippenbohrers mit den Merkmalen des unabhängigen Anspruchs 15.
30

Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass zunächst ein Bohrkopf mit einer typischen Bohrergeometrie des Einlippen-

bohrers hergestellt wird. Das Herstellen umfasst insbesondere das Herstellen des Bohrkopfes aus einem Rohmaterial, beispielsweise durch einen Sinterprozess, das Ausbilden eines Kühlschmierstoffkanals zur Zuführung von Kühlschmierstoff, das Ausbilden einer Sicke zum Zwecke der Abfuhr von Kühlschmierstoff-Spänegemisch, das Ausbilden, insbesondere Einschleifen der Schneide usw..

Ein weiterer Verfahrensschritt des erfindungsgemäßen Verfahrens ist das Ausbilden eines Spanformers bzw. Spanbrechers im Bereich der Schneide des Einlippenbohrers. Schließlich wird wenigstens eine Funktionsfläche des Einlippenbohrers mit einer Funktionsbeschichtung versehen. Es wird also zunächst die Formgebung des Bohrkopfes abgeschlossen und danach eine Funktionsbeschichtung aufgebracht, was zur Folge hat, dass zumindest auch der Spanformer mit der Funktionsbeschichtung versehen ist. Dies unterscheidet das erfindungsgemäße Verfahren wesentlich von herkömmlichen Verfahren, bei denen als letzter Verfahrensschritt der Spanformer eingeschliffen wird, so dass eine etwaige Beschichtung auf dem Spanformer wieder abgeschliffen wird und der Spanformer dann keine Beschichtung mehr aufweist.

Bezüglich weiterer Details des Verfahrens wird auf die vorstehende Beschreibung und die nachfolgende Figurenbeschreibung verwiesen.

Diese und weitere Merkmale gehen außer aus den Ansprüchen auch aus der Beschreibung und den Zeichnungen hervor, wobei die einzelnen Merkmale jeweils für sich allein oder zu mehreren in Form von Unterkombinationen bei einer Ausführungsform der Erfindung und auf anderen Gebieten verwirklicht sein und vorteilhafte sowie für sich schutzfähige Ausführungen darstellen können. Die Unterteilung der Anmeldung in einzelne Abschnitte sowie Zwischen-Überschriften beschränkt die unter diesen gemachten Aussagen nicht in ihrer allgemeinen Gültigkeit.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt
5 und werden im folgenden näher erläutert. In den Zeichnungen zeigen:

- Fig. 1 eine perspektivische Ansicht eines Ausführungsbeispiels eines
Bohrkopfes des erfindungsgemäße Einlippenbohrers,
- 10 Fig. 2 eine Vorderansicht des Einlippenbohrers von Fig. 1,
- Fig. 3 eine Seitenansicht des Einlippenbohrers von Fig. 1,
- Fig. 4 eine vergrößerte Darstellung der Einzelheit X von Fig. 3 bei der
15 die Spanabhebung eines Spans und die Schneidengeometrie
näher darstellt und
- Fig. 5 eine nochmalige Vergrößerung der Einzelheit X, bei der ver-
schiedene Bereiche des Spanformers und eine mehrschichtige
20 Funktionsbeschichtung gezeigt sind.

Detaillierte Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Die Fig. 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Einlip-
25 penbohrers, wobei lediglich der Bohrkopf 11 dargestellt ist. Einlippen-
bohrer bestehen im wesentlichen aus einem Bohrschaft und einem mit
dem Bohrschaft insbesondere stoffschlüssig verbundenen Bohrkopf 11
oder einem Vollhartmetallwerkzeug. Ein Verbinden des Bohrschaftes mit
dem Bohrkopf 11 erfolgt vorzugsweise mittels eines Lötverfahrens, bei-
30 spielsweise mittels Hartlöten. Der Bohrschaft wird mit einer Spannhülse
verbunden, die ihrerseits in einer Werkzeugaufnahme einer Einlippen-
Tiefbohrmaschine befestigt wird. Der Bohrschaft oder das Vollhartme-

tallwerkzeug kann fest, insbesondere stoffschlüssig mit der Spannhülse verbunden sein, beispielsweise mittels einer Löt- oder Klebeverbindung.

Der Einlippenbohrer samt Spannhülse wird auch als Einlippen- bzw.
5 ELB-Tiefbohrwerkzeug bezeichnet.

Der Bohrkopf 11 besitzt eine im Bereich seiner Stirnseite ausgebildete Schneide 12, einen im Inneren des Bohrkopfs 11 befindlichen Kühlschmierstoffzuführkanal 13, eine Sicke 14 bzw. Nut zur Abfuhr des
10 Kühlschmierstoff-Spänegemisches sowie Führungsleisten 15 am Umfang, die beim Bohrvorgang direkt mit dem zu bearbeitenden Werkstück 16 in Kontakt stehen und den Einlippentiefbohrer in der Bohrung führen.

Der Bohrkopf besteht aus Hartstoff bzw. Hartmaterial, der bzw. das eine
15 spanabhebende Bearbeitung des Werkstücks 16 ermöglicht. Als Hartstoff wird vorzugsweise Hartmetall verwendet.

Die Kühlschmierstoffzufuhr erfolgt beim Einlippenbohrer typischerweise durch den im Inneren des Bohrers liegenden Kühlschmierstoffzuführkanal 13, der sich vom Bohrschaft bis zum Bohrkopf 11 längs einer Bohrerachse 23 erstreckt und an der Stirnseite des Bohrkopfes 11 in einem
20 Kühlschmierstoff-Auslass endet. Der Kühlschmierstoff hat beim Tiefbohren mehrere Aufgaben. Er sorgt für eine Schmierung der Schneide 12 und der Führungsleisten 15 und damit für eine Reduzierung von Reibung und Verschleiß des Einlippenbohrers. Eine andere Aufgabe ist die
25 Kühlung, d.h. die Ableitung der Wärme von Werkzeug und Werkstück 16. Schließlich sorgt der Kühlschmierstoff für eine kontinuierliche Späneabfuhr der abgespannten Späne 22. Kühlschmierstoffe zum Tiefbohren sind in der Regel nicht wassermischbare Kühlschmierstoffe, insbesondere
30 Tiefbohröle. Gegebenenfalls können Zusätze bzw. Additive zur Verbesserung der Gebrauchseigenschaften, beispielsweise zur Verschleißminderung, vorgesehen werden.

Ebenfalls typisch für Einlippenbohrer ist die außenliegende Sicke 14 bzw. Nut zur Abfuhr des Kühlschmierstoff-Spänegemisches. Der Einlippenbohrer hat damit in Vorderansicht (Fig. 2) das Aussehen einer „Torte“, von der ein Tortenstück herausgenommen wurde, wobei die dabei entstehende Lücke die Sicke 14 darstellt. Die Sicke 14 besitzt zwei insbesondere stumpfwinklig zueinander angeordnete Begrenzungsflächen 17, 18, von denen eine Begrenzungsfläche 17 direkt an die Schneide 12 angrenzt. Die Sicke 14 erstreckt sich längs der Bohrerachse 23 bis in den Bereich des Bohrschaftes, wo sie endet. Beim Bohrvorgang ist im Bereich des Bohrschaftes ein Spänekasten angeordnet, der das abgeführte Kühlschmierstoff-Spänegemisch auffängt.

Die Schneide 12 befindet sich im vorderen, stirnseitigen Bereich des Bohrkopfes 11. Sie ist der Teil des Bohrkopfes 11, an dem Schneidkante 19 (Außenschneidkante), Spanfläche, Freifläche 20, Spanformer 21 und Innenschneidkante 30 liegen.

Eine typische Schneiden bzw. Schneidkeilgeometrie für Einlippenbohrer ist in Fig. 4 dargestellt. Der Schneidkeil wird durch die Freifläche 20 und die Spanfläche begrenzt, wobei die Spanfläche in der gezeigten Ausführungsform durch den Spanformer 21 repräsentiert ist. Der Spanwinkel γ ist der Winkel zwischen der Spanfläche und einer zur Bearbeitungsfläche des zu bearbeitenden Werkstücks 16 senkrecht gedachten Linie S direkt an der Schneidkante 19 bzw. Innerschneidkante 30. Außerhalb des „Schneidkanten-Bereichs“ wird der Winkel als Tangentenwinkel γ^* bezeichnet.

Als Freiwinkel α bezeichnet man den freien Winkel zwischen Freifläche und bearbeiteter Fläche. Wäre er 0° , so würde die Freifläche auf der Werkstückoberfläche stark reiben. Große Freiwinkel mindern den Freiflächenverschleiß, begünstigen aber das Ausbrechen der Schneidkante.

Man wählt den Freiwinkel deshalb gerade so groß, dass das Werkzeug genügend frei schneidet.

Der Keilwinkel β ist der Winkel des in das Werkstück eindringenden
5 Schneidkeils. Seine Größe wird von dem zu verspannenden Werkstoff
bestimmt und ergibt zusammen mit Freiwinkel und Spanwinkel immer
einen Winkel von 90° . Beim Spanwinkel 0° fallen also die zur Bearbei-
tungsfläche senkrecht gedachte Linie S und die Spanfläche zusammen.
Ist die Summe aus Freiwinkel und Keilwinkel kleiner als 90° , so spricht
10 man von der Differenz zu 90° von einem positiven Spanwinkel. Demge-
mäß ergibt sich, wenn die Summe aus Freiwinkel und Keilwinkel größer
als 90° ist, ein negativer Spanwinkel.

Die Schneidkante 19 bzw. Innenschneidkante 30 ist die Linie, an der
15 Span- und Freifläche 20 einander berühren. Sie kommt direkt mit dem
zu bearbeitenden Werkstück 16 in Kontakt und ist für ein Abspannen von
Spänen 22 verantwortlich.

Wie in Fig. 1 dargestellt, verläuft die Schneidkante 19 im Winkel zu einer
20 Bohrerachse 23 und erstreckt sich von einer Außenfläche 24 des Einlip-
penbohrers bis zu dessen Bohrerspitze 25. Im beschriebenen Ausführ-
ungsbeispiel ist lediglich der Schneidkante 19 (Aussenschneidkante)
ein Spanformer 21 zugeordnet. Der Spanformer 21 grenzt im wesentli-
chen unmittelbar an die Schneidkante 19 an und verläuft parallel dazu
25 ebenfalls zwischen der Außenfläche 24 und der Bohrerspitze 25. Der
Spanformer 21 hat die Form einer Nut mit U-förmigem Querschnitt (Fig.
3, 4 und 5). Er lässt sich in zwei Bereiche einteilen, nämlich in eine im
wesentlichen unmittelbar an die Schneidkante 19 angrenzende Spanleit-
fläche 26, die zur Spanleitung der Späne 22 dient und in einen im Ab-
30 stand von der Schneidekante 19 angeordneten Spanbruchabschnitt 27,
der zur Brechung der Späne 22 dient.

Wie in Fig. 4 und insbesondere in Fig. 5 dargestellt, erstreckt sich die Spanleitfläche 26 von der Schneidekante 19 bis zu einem Nutgrund 28 der Nut. Der Spanbruchabschnitt 27 schließt direkt an die Spanleitfläche 26 an und erstreckt sich vom Nutgrund 28 bis zur Begrenzungsfläche 17 der Sicke 14. Spanleitfläche 26 und Spanbruchabschnitt 27 zeichnen sich dadurch aus, dass die Spanstauchung für den auftreffenden Span 22 stetig größer wird, bis er schließlich im Spanbruchabschnitt 27 bricht.

Die größer werdende Spanstauchung wird durch die gekrümmt ausgebildete Spanleitfläche 26 sowie den ebenfalls gekrümmt ausgebildeten Spanbruchabschnitt 27 erzielt, wobei ausgehend von einem relativ großen Spanwinkel γ , der Tangentenwinkel sich stetig ändert. Dies ist beispielhaft durch vier verschiedene Span- bzw. Tangentenwinkel $\gamma, \gamma_0, \gamma_1^*$ und an vier verschiedenen Bereichen des Spanformers 21 dargestellt. Der Span- bzw. Tangentenwinkel γ bzw. γ^* ist durch Anlegen einer Tangente an die Spanformer-Krümmung in den jeweiligen Bereichen bestimmbar. An der Schneidekante 19 ist die Spanstauchung am geringsten, was durch einen großen, positiven Spanwinkel γ repräsentiert wird. Die Neigung zwischen der zur Bearbeitungsfläche des Werkstücks 16 senkrecht gedachten Linie S und der Spanleitfläche 26 in diesem Bereich ist also am größten. Eine geringe Spanstauchung reduziert die Flächenbelastung der Spanleitfläche 26 in diesem Bereich, beispielsweise wird die Reibung zwischen Span 22 und Spanleitfläche 26 verringert. Die Spanstauchung des Spans 22 wird zum Nutgrund 28 hin immer größer, was beispielhaft durch den Spanwinkel γ_1^* gezeigt ist, der kleiner, also weniger positiv als der Spanwinkel γ ist.

Am Nutgrund 28 ist der Spanwinkel γ_0^* 0° groß. Dort beginnt der Spanbruchabschnitt 27, der sich durch eine große Spanstauchung repräsentiert durch negative Tangentenwinkel γ^* , auszeichnet. Auch im Spanbruchabschnitt 27 nimmt die Spanstauchung stetig zu und ist am Übergang zur Begrenzungsfläche 17 der Sicke 14 am größten. Dies ist bei-

spielhaft durch den großen negativen Spanwinkel γ_2^* gezeigt. Der genaue Bruchpunkt des Spans 22 ist von mehreren Faktoren abhängig, beispielsweise von der Verformbarkeit des Werkstückmaterials, von der Bearbeitungsgeschwindigkeit des Bohrers, von der Steilheit des Spanbruchabschnitts 27, vom Eigengewicht des Spans 22 usw.. Einen zusätzlichen Einfluss auf die Spangröße hat der Abstand des Spanbruchabschnitts 27 von der Schneidkante 19. Durch Variieren dieses Abstandes kann eine gewünschte Spangröße eingestellt werden. Der Abstand liegt vorzugsweise im Bereich von 0,3mm bis 0,6mm.

10 In Fig. 5 ist ferner eine Funktionsbeschichtung 29 des Einlippenbohrers beispielhaft anhand der Beschichtung des Spanformers 21 gezeigt. Die Funktionsbeschichtung 29 hat vor allem die Aufgabe den Verschleiß an den am Schnittprozeß beteiligten Funktionsflächen zu vermindern. Solche Funktionsflächen sind beispielsweise die Schneide 12 mit Schneidekante 19, Spanformer 21, Freifläche 20, die zur Abstützung in der Bohrung eingesetzten Führungsleisten 15 und die Begrenzungsflächen 17, 18 der späneabführenden Sicke 14. Vor allem die Beschichtung der Schneidekante 19 und des Spanformers 21 ist wichtig, da dort ein starker Verschleiß auftritt. Die Funktionsbeschichtung wirkt reibungsvermindert, so dass die Reibung zwischen auftreffenden Span 22 und Spanformer 21, insbesondere dessen Spanleitfläche 26 verringert wird, was zu einer verringerten Wärmeentwicklung in diesem Bereich führt. Außerdem schützt die Funktionsbeschichtung 29 die Oberfläche der Spanleitfläche 26 und des Spanbruchabschnitts 27, so dass Auskolkungen bzw. ein Kolkverschleiß, bei dem durch den auftreffenden Span 22 Material aus der Oberfläche herausbricht, verhindert werden. Zudem wirkt die Funktionsbeschichtung 29 haftungsvermindernd, so dass im Bereich der Schneidkante 19 sogenannte „Aufbauschneiden“, eine Materialverschweißung zwischen Span 22 und Schneidkante 19, vermieden werden.

Als Beschichtungsmaterial der Funktionsbeschichtung 29 wird metallischer Hartstoff, insbesondere Titan-Aluminium-Nitrid verwendet. Wie in Fig. 5 dargestellt, kann die Funktionsbeschichtung 29 ihrerseits mehrere Schichten aufweisen, also eine Art „Multi-Layer-Beschichtung“ bilden.

- 5 Dies ist beispielhaft anhand einer Funktionsbeschichtung 29 aus drei Schichten dargestellt. Als unterste, direkt mit dem Spanformer 21 in Kontakt stehende Schicht, ist eine Hartstoffschicht 29a vorgesehen. Darüber befindet sich eine Weichstoffschicht 29b, die von einer weiteren Hartstoffschicht 29a überdeckt wird, die ihrerseits die äußere, eine Ober-
10 fläche bildende Schicht darstellt.

Verfahren zur Herstellung eines Einlippenbohrers und Bohrvorgang

- 15 Zur Herstellung des Einlippenbohrers wird zunächst der Bohrschaft durch Ablängen eines Rohmaterials auf entsprechende Länge hergestellt. Als Rohmaterial kann ein Rohr, insbesondere aus Stahl, verwendet werden, so dass das Rohinnere einen Teil des Kühlschmierstoffzuführkanals 13 bildet. Danach wird die Sicke 14 zur Abfuhr des Kühl-
20 schmierstoff-Spänegemisches angebracht, beispielsweise in den Bohrschaft eingewalzt.

- Der Bohrkopf 11 ist aus Hartmetall und wird mittels eines Sinterprozesses hergestellt, wobei der bohrkopfseitige Teil des Kühlschmierstoff-
25 zuführkanals 13 und die Sicke 14 bereits vorgesehen sind.

Der gesinterte Bohrkopf 11 und der Bohrschaft werden mittels Hartlötens toffschlüssig miteinander verbunden.

- 30 Alternativ ist es möglich dass Bohrkopf 11 und Bohrschaft aus einem Stück aus gesintertem Hartmetall hergestellt werden.

Als nächstes wird die Schneide 12 samt Schneidkante 19 und Spanformer 21 in den Bohrkopf 11 eingeschliffen. Als abschließender Verfahrensschritt wird der Spanformer 21 mit der Funktionsbeschichtung 29 versehen. Dies bietet im Vergleich zu herkömmlichen Herstellungsverfahren, bei denen als letzter Verfahrensschritt der Spanformer 21 eingeschliffen wird, den Vorteil, dass eine Beschichtung des Spanformers 21 mit der Funktionsbeschichtung 29 sichergestellt ist.

Einlippenbohrwerkzeuge müssen beim Anbohren in einer Anbohrbuchse geführt werden, weil sich die Bohrkkräfte nicht, wie z.B. beim Wendelbohrer mit zwei Schneiden, gegenseitig aufheben. Daher muss das Werkzeug während des Bohrvorgangs abgestützt bzw. geführt werden.

Beim Einlippenbohrvorgang wird daher zunächst der Einlippenbohrer in der Bohrbuchse, die sich in einem Bohrbuchsenträger befindet, geführt. Nach Eintritt des Werkzeugs in die Bohrung übernimmt die Bohrung selbst diese Führungsaufgabe. Alternativ kann auch eine Führungsbohrung die Aufgabe einer Bohrbuchse übernehmen.

Der Bohrkopf 11 dringt also mit seiner Schneide 12 in das zu bearbeitende Werkstück 16 ein. Dabei kommt die Schneidkante 19 direkt mit dem Werkstück 16 in Kontakt, wodurch Späne 22 abgespannt werden. Ein abgespannter Span 22 trifft dabei zunächst auf die Spanleitfläche 26 des Spanformers 21 im Bereich der Schneidkante 19. Der positive Spanwinkel γ bewirkt, dass im Bereich der Spanleitfläche 26 noch keine starke Stauchung des Spans 22 stattfindet, wodurch gewährleistet ist, dass der Span 22 nicht bricht, sondern geformt wird. Durch die sich ändernde Krümmung der Spanleitfläche 26 wird die Stauchung bzw. der Druck auf den Span 22 ständig erhöht. Der Span gleitet die Spanleitfläche 26 entlang und gelangt zum Spanbruchabschnitt 27, wo er infolge des negativen Tangentenwinkels γ^* stark gestaucht wird, und schließlich bricht. Durch die Variation des Abstandes zwischen der Schneidkante

19 und dem Spanbruchabschnitt 27 kann die Spangröße des Spans gezielt eingestellt werden, um sie an die jeweiligen Kühlschmierstoffbedingungen, beispielsweise eine Minimalmengenschmierung, anzupassen. Es ist auch möglich, die Krümmungen bzw. Steigungen der Spanleitfläche 26 und/oder des Spanbruchabschnittes 27 zu variieren, um damit
5 eine bestimmte Spanform bzw. eine bestimmte Spangröße zu erzeugen.

Patentansprüche

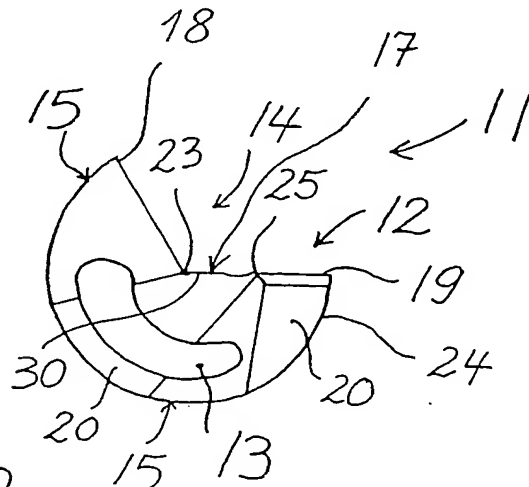
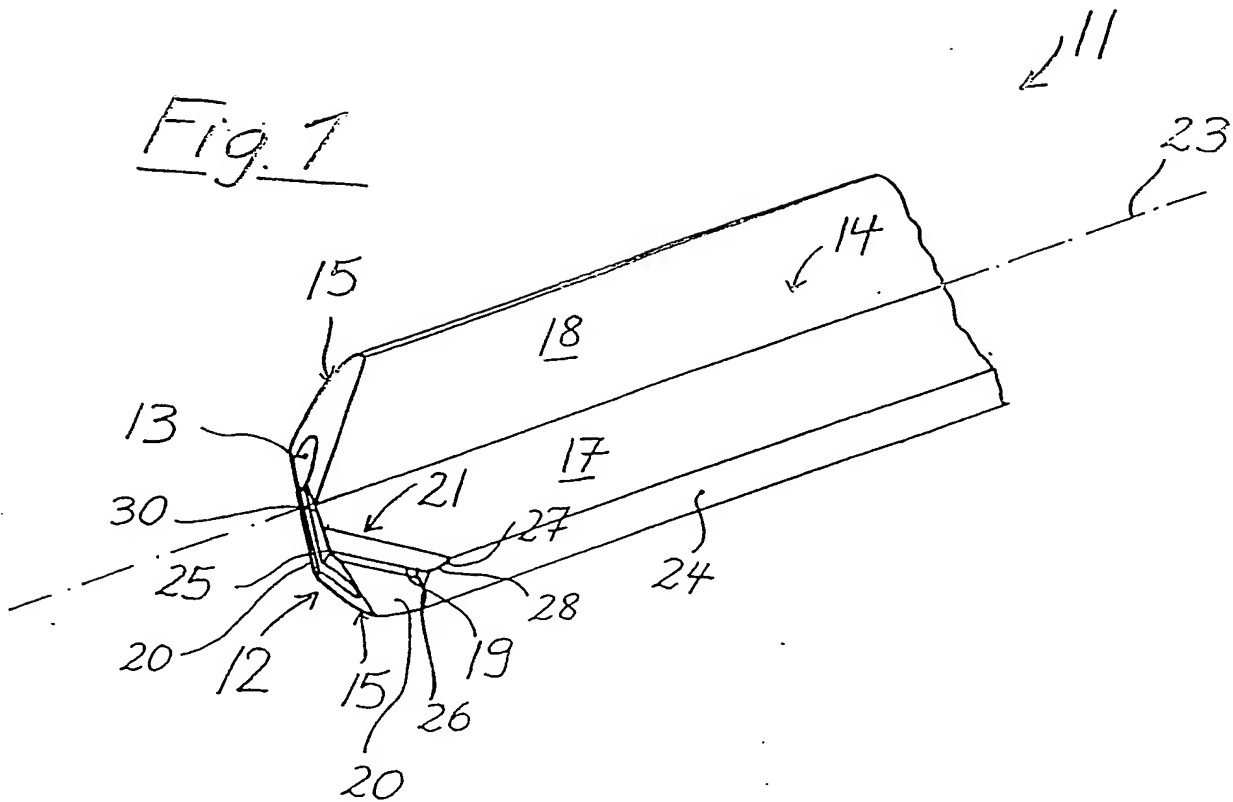
1. Einlippenbohrer mit einem Bohrkopf, der eine an dem Bohrkopf ausgebildete Schneide aufweist, wobei die Schneide wenigstens eine Schneidkante zur spanabhebenden Bearbeitung eines Werkstücks besitzt und der Schneidkante wenigstens ein Spanformer zur Spanformung durch die Schneidkante abgespannter Späne zugeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Spanformer (21) einen positiven Spanwinkel (γ) aufweist.
2. Einlippenbohrer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Spanwinkel (γ) im Bereich von 10° bis 30° liegt, insbesondere im Bereich von 15° bis 25° .
3. Einlippenbohrer nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Spanformer (21) eine Spanleitfläche (26) zur Spanleitung der Späne (22) und wenigstens einen Spanbruchabschnitt (27) zur Brechung der Späne (22) aufweist.
4. Einlippenbohrer nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Spanbruchabschnitt (27) in einem zur Einstellung einer gewünschten Spangröße geeigneten Abstand von der Schneidkante (19) angeordnet ist.
5. Einlippenbohrer nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstand im Bereich von 0,2mm bis 1,5mm, insbesondere im Bereich von 0,3mm bis 0,6mm liegt.
6. Einlippenbohrer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Spanformer (21) als eine an die Schneidkante (19) angrenzende Nut ausgebildet ist, insbesondere als eine Nut mit einem im wesentlichen U-förmigen Querschnitt.

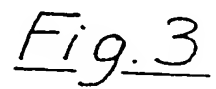
7. Einlippenbohrer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass an mindestens einer Funktionsfläche des Einlippenbohrers (29) eine Funktionsbeschichtung vorzugsweise zur Erhöhung der Verschleißfestigkeit, vorgesehen ist.
8. Einlippenbohrer nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens der Spanformer (21) und/oder wenigstens eine Freifläche (20) mit der Funktionsbeschichtung (29) versehen ist.
9. Einlippenbohrer nach einem der Ansprüche 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Funktionsbeschichtung (29) an allen am Schnittprozess beteiligten Funktionsflächen vorgesehen ist.
10. Einlippenbohrer nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Funktionsbeschichtung (29) wenigstens teilweise aus Hartstoff, insbesondere aus metallischem Hartstoff besteht.
11. Einlippenbohrer nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass als metallischer Hartstoff ein Nitrid oder ein Carbid, insbesondere ein Leichtmetallnitrid, vorgesehen ist.
12. Einlippenbohrer nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass als Leichtmetallnitrid Titanaluminiumnitrid vorgesehen ist.
13. Einlippenbohrer nach einem der Ansprüche 7 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Funktionsbeschichtung (29) mehrere Schichten (29a, 29b) aufweist.
14. Einlippenbohrer nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Hartstoffschicht (29a) und mindestens eine an

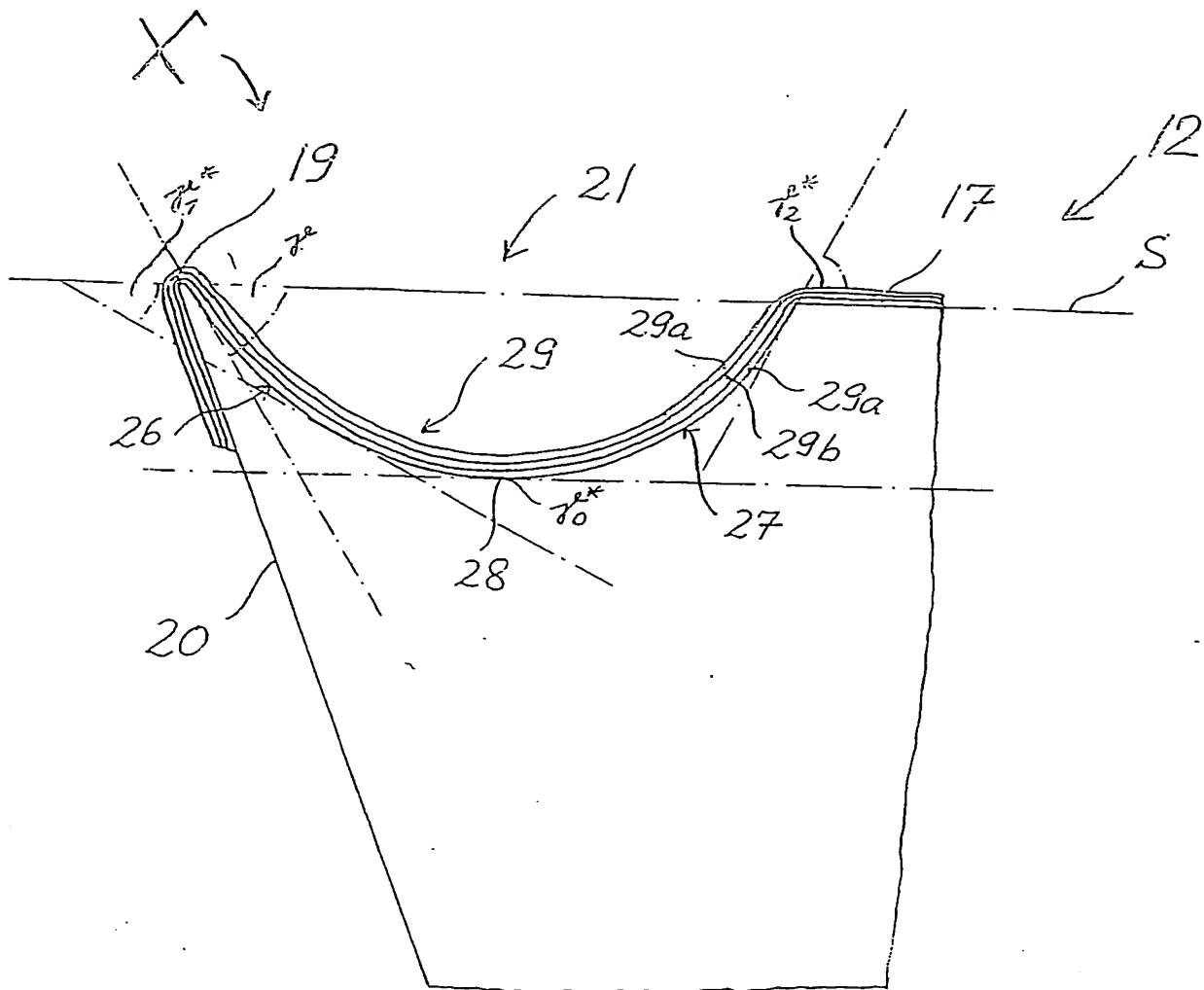
die Hartstoffschicht angrenzende Weichstoffschicht (29b) vorgesehen ist, wobei die Hartstoffschicht (29a) eine äußere Schicht bildet.

15. Verfahren zur Herstellung eines Einlippenbohrers, insbesondere eines Einlippenbohrers nach einem der vorhergehenden Ansprüche, das Verfahren mit folgenden Schritten:
 - Herstellen eines Bohrkopfes mit einer Bohrergeometrie des Einlippenbohrers
 - Anbringen eines Spanformers im Bereich einer Schneide des Einlippenbohrers
 - Beschichten des Bohrkopfes an mindestens einem Teil seiner Oberfläche mit einer Funktionsbeschichtung.
16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Funktionsbeschichtung nach einem Nachschärfen, insbesondere Nachschleifen, des Bohrkopfes aufgebracht wird.
17. Verfahren nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens der Spanformer beschichtet wird.
18. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass alle am Schnittprozess beteiligten Flächen beschichtet werden.
19. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass ein Spanformer mit positivem Spanwinkel ausgebildet wird.
20. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass der Spanformer als eine an eine Schneidkante der

Schneide angrenzende Nut, insbesondere mit U-förmigem Querschnitt, ausgebildet wird.

Fig. 7Fig. 2



Fig. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

ernational Application No

PCT/EP2004/003575

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 B23B51/04 B23P15/28

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 B23B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 0122, no. 62 (M-721), 22 July 1988 (1988-07-22) -& JP 63 047004 A (TOSHIBA TUNGALOY CO LTD), 27 February 1988 (1988-02-27)	1-6
Y	abstract tables 1,2 figures 3-6 page 5, left-hand column, line 4	7-20
X	DE 44 13 932 A (MITSUBISHI MATERIALS CORP) 31 August 1995 (1995-08-31) page 4, line 20 - line 42 page 5, line 38 - line 40 page 6, line 62 - line 66 page 7, line 19 - line 36 figures	1-4
----- -/--		

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 July 2004

Date of mailing of the international search report

30/07/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Breare, D

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP2004/003575

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 36 29 034 A (STELLRAM GMBH) 10 March 1988 (1988-03-10) column 2, line 52 - line 56	7-14
Y	DE 102 10 839 A (OSG CORP) 19 September 2002 (2002-09-19) page 1, column 21 - column 24 column 1, line 51 - line 58 column 3, line 32 - line 38 column 6, line 20 - line 24 column 7, line 55 - column 8, line 44 claim 1 figures 1a,1b,4	12-14
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 0081, no. 77 (M-317), 15 August 1984 (1984-08-15) -& JP 59 069207 A (MITSUBISHI KINZOKU KK), 19 April 1984 (1984-04-19) abstract figures 1,2	15-20
A	US 2002/172569 A1 (NAKAMURA NAOHIRO) 21 November 2002 (2002-11-21) paragraph '0020! paragraph '0085! - paragraph '0089! figures 19-26	7-10
A	US 3 199 381 A (MACKEY BRUCE A) 10 August 1965 (1965-08-10) column 2, line 43 - line 58 figures 4,5	1
A	DE 397 002 C (ARTHUR KESSNER DR) 25 June 1924 (1924-06-25) page 2, line 3 - line 14 figure 3	1
A	US 3 422 706 A (LUNSFORD HAROLD D) 21 January 1969 (1969-01-21) column 5, line 1 - line 14 figures 1-6	1
A	DE 25 22 565 A1 (BOTEK PRÄZISIONSBOHRTECHNIK SCHUR & CO) 2 December 1976 (1976-12-02) page 6, line 14 - last line figures 1-3,5	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

rCT/EP2004/003575

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 63047004	A	27-02-1988	JP 2082570 C JP 7110443 B	23-08-1996 29-11-1995
DE 4413932	A	31-08-1995	JP 3515158 B2 JP 7237020 A DE 4413932 A1 US 5443535 A	05-04-2004 12-09-1995 31-08-1995 22-08-1995
DE 3629034	A	10-03-1988	DE 3629034 A1	10-03-1988
DE 10210839	A	19-09-2002	JP 2002275618 A DE 10210839 A1 US 2002132141 A1	25-09-2002 19-09-2002 19-09-2002
JP 59069207	A	19-04-1984	JP 1357002 C JP 61024128 B	13-01-1987 09-06-1986
US 2002172569	A1	21-11-2002	EP 1325785 A1 WO 0205990 A1	09-07-2003 24-01-2002
US 3199381	A	10-08-1965	NONE	
DE 397002	C	25-06-1924	CH 92750 A FR 526012 A	01-02-1922 30-09-1921
US 3422706	A	21-01-1969	GB 1150280 A	30-04-1969
DE 2522565	A1	02-12-1976	AT 343576 B AT 311876 A CH 608732 A5 ES 447633 A1 FR 2311623 A1 GB 1521564 A IT 1071282 B JP 994015 C JP 51142790 A JP 53046514 B SE 422752 B SE 7604193 A US 4100983 A	12-06-1978 15-10-1977 31-01-1979 16-06-1977 17-12-1976 16-08-1978 02-04-1985 22-04-1980 08-12-1976 14-12-1978 29-03-1982 23-11-1976 18-07-1978